

解答に際して

**I** ~ **VI** の解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

**I**

問1～問7に答えなさい。【配点32】

問1 **ア**，**イ**に入る語句の適切な組合せを①～④から選び，番号で答えなさい。

原子や単原子イオンの大きさは，主に原子核の正電荷の大きさと電子配置により決まる．一般に，同一周期では貴ガスを除き，原子番号が大きいほど原子は**ア**なり，また，同じ電子配置のイオンでは，原子番号が大きいほど**イ**なる．

	<b>ア</b>	<b>イ</b>
①	大きく	大きく
②	大きく	小さく
③	小さく	大きく
④	小さく	小さく

問2 **ア**，**イ**に適切な語句を入れなさい。

金属原子のイオン化エネルギーは一般に小さく，価電子は原子から離れやすい．この価電子は特定の原子内にとどまらず，結晶内のすべての原子に共有される．このような電子のことを**ア**といい，**ア**が存在するため金属は電気をよく導く．

ある種の合金では，極低温で電気抵抗がほぼゼロとなる．この現象を**イ**といい，**イ**現象を示す合金はリニアモーターカーや医療診断機器（MRI）などに利用されている．

問3 次の文章を読み、(1)、(2)に答えなさい。

物質の相対質量を表すときに、分子が存在しない物質では分子量の代わりに **ア** が用いられる。分子量ではなく **ア** が用いられる物質として **イ** などがある。

(1) **ア** に適切な語句を入れなさい。

(2) **イ** に入る適切な物質を次の①～⑥から1つ選び、番号で答えなさい。

- |         |            |         |
|---------|------------|---------|
| ① 窒素    | ② 塩化水素     | ③ 二酸化炭素 |
| ④ アンモニア | ⑤ 水酸化カルシウム | ⑥ グルコース |

問4 次の(1)、(2)の記述を熱化学方程式で示しなさい。

(1) 25℃での水の蒸発熱は44 kJ/molである。

(2) 一酸化窒素の生成熱は-90.3 kJ/molである。

問5 次の(1)～(3)の水溶液のpHを求め、小数第1位まで答えなさい。  
ただし、酢酸の電離度を0.018、強酸、強塩基の電離度を1.0、水のイオン積を $1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とし、必要なら $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ を用いなさい。

(1) 0.10 mol/L 酢酸水溶液

(2)  $1.0 \times 10^{-2}$  mol/L 硫酸 1.0 mL に水を加え、全量を 100 mL とした水溶液

(3) 0.10 mol/L 塩酸 10.0 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 15.0 mL を加えた水溶液

問6 次の(1)～(4)の反応で得られる化合物の名称を答えなさい。

(1) エチレンに臭素を付加させる。

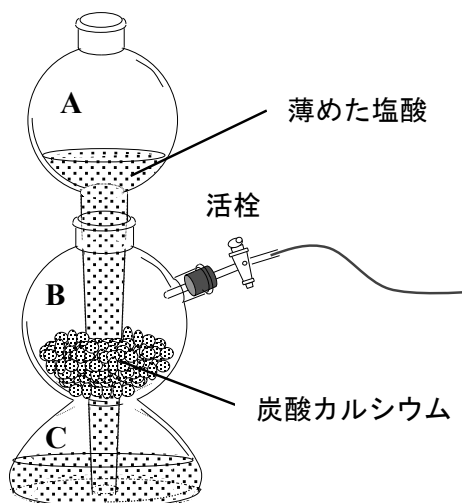
(2) ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。

(3) アセトンに触媒を用いて水素で還元する。

(4) マレイン酸を  $160^\circ\text{C}$  で加熱する。

問7 次の文章を読み、(1)、(2)に答えなさい。

下の図は実験室での二酸化炭素の発生に用いられる装置を模式的に表したものである。Bに炭酸カルシウムを入れ、Aから薄めた塩酸を注入する。活栓を開けると二酸化炭素が発生し、活栓を閉じると発生が止まる。



(1) この装置の名称を答えなさい。

(2) 下線部の活栓を閉じると二酸化炭素の発生が止まる理由を、図中のA～Cのうち必要なものを用いて簡潔に述べなさい。

## II

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 18】

周期表の 3～11 族（12 族を含める場合もある）に属する元素を **ア** と呼ぶ。これらの元素は、最外殻電子数はあまり変化せず、内側の殻の電子数が原子番号の増加とともに増えていく。第 4 周期についてみると、最外殻電子の数は Cr と Cu のみが 1 個で、他の元素はすべて **イ** 個である。

これらの元素は、同一周期の隣り合う元素同士で似た性質を示し、単体は硬くて密度の高いものが多い。また、①イオンや化合物には有色のものも多く、②錯イオンを作りやすい。さらに、これらの元素は③複数の酸化数をとることが多く、強い酸化力を持つ化合物を与えることも多い。これらの元素の多くは、④その単体や化合物が触媒として利用されている。

問 1 **ア** に適切な語句、**イ** に適切な数字を入れなさい。

問 2 下線部①に関して、塩化鉄(Ⅲ)の水溶液の色を答えなさい。

問 3 下線部②に関して、2 価の銅イオンにアンモニアが 4 分子配位した錯イオンの名称を答えなさい。

問 4 下線部③に関して、酸化数が +7 の第 4 周期 7 族元素を含む黒紫色の結晶を水に溶解したときに生じるイオンで、硫酸酸性下で強い酸化作用を示すイオンは何か。イオン式で答えなさい。

問 5 下線部④に関して、アンモニアの工業的製造法では、ある元素の酸化物が触媒として用いられる。実際には反応時に酸化物から生じる単体が触媒作用を示す。その触媒作用を示す元素は何か、元素記号で答えなさい。

### Ⅲ

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 12】

酸化還元反応において、相手の物質から電子を奪う物質を **1** 剤といい、相手の物質に電子を与える物質を **2** 剤という。

二酸化硫黄は還元剤としてはたらくことが多いが、強い還元剤に対しては酸化剤となることがある。例えば、①二酸化硫黄は、硫酸酸性下で二クロム酸カリウムに対しては還元剤としてはたらく。一方、②硫酸酸性下で硫化水素と反応するときは酸化剤として作用する。

問 1 **1**， **2** に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部①の反応の前後で、硫黄原子の酸化数はどのように変化するか、例にならって書きなさい。 [例]  $-3 \rightarrow -1$

問 3 下線部①における二クロム酸カリウムの酸化剤としての反応を電子  $e^-$  を含むイオン反応式で示しなさい。

問 4 下線部①の反応で、 $0.50 \text{ mol}$  の二クロム酸カリウムと過不足なく反応する二酸化硫黄の物質質量 [mol] を求め、有効数字 2 桁で答えなさい。

問 5 下線部②の二酸化硫黄と硫化水素との反応を化学反応式で示しなさい。

**IV**

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 10】

一般に、水と反応しない気体の水に対する溶解度は、高温になるほど **ア** する。これは、温度が上昇すると、溶解している気体分子の熱運動が **イ** なり、気体分子と水分子との分子間力に打ち勝つ分子数が増えるためである。

また、水への溶解度が小さい気体の場合、温度が一定であれば、一定量の水に溶解する量と圧力との間には **ウ** の法則とよばれる関係が成り立つ。

問 1 文章中の **ア**，**イ** に入る語句の適切な組合せを①～④から選び、番号で答えなさい。

	ア	イ
①	増大	激しく
②	増大	穏やかに
③	減少	激しく
④	減少	穏やかに

問 2 文章中の **ウ** に適切な人名を入れなさい。



問3 次の(1), (2)に答えなさい。ただし、酸素は理想気体として扱うことができるものとする。

(1)  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で水  $0.75 \text{ L}$  に溶ける酸素の物質量 [mol] を求め、有効数字2桁で答えなさい。ただし、酸素は  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  において水  $1.0 \text{ L}$  に  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  溶けるものとする。

(2) (1)の状態の水  $0.75 \text{ L}$  に溶けていた酸素を気体として取り出した時の体積は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で何 mL か。有効数字2桁で答えなさい。ただし、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。

**V**

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 14】

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのみを含む混合物がある。この混合物に含まれる水酸化ナトリウムの割合を求めるために、以下の実験を行った。

**実験 1** 混合物を純水に溶かし 500 mL の水溶液を調製した。この水溶液 10 mL を、ホールピペットを用いてコニカルビーカーにとり、適切な指示薬を加えて 0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ、終点までに 12.30 mL を要した。

**実験 2** 次に、**実験 1** の滴定後の溶液に新たに別の指示薬を加えて、同じ塩酸で滴定を続けたところ、終点までにさらに 5.30 mL を要した。

**問 1** **実験 2** で起こる中和反応を化学反応式で示しなさい。ただし、指示薬の反応は無視するものとする。

**問 2** **実験 1** および**実験 2** で用いる最も適した指示薬を下表の①～③から選び、それぞれ番号で答えなさい。

酸・塩基指示薬とその変色域

	指示薬	変色域 (pH)
①	メチルオレンジ	3.1～4.4
②	ブロモチモールブルー	6.0～7.6
③	フェノールフタレイン	8.0～9.8

問3 調製した水溶液における水酸化ナトリウムおよび炭酸ナトリウムのモル濃度[mol/L]をそれぞれ求め、有効数字2桁で答えなさい。

問4 混合物 100 g 中に含まれる水酸化ナトリウムの質量[g]を求め、有効数字2桁で答えなさい。ただし、原子量は H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5 とする。

## VI

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 14】

化合物 **A**, **B**, **C**, **D** は、すべて同一の分子式  $C_5H_{12}O$  で表される化合物である。**A**~**D** の構造を決定するために、以下の**実験 1**~**4**を行った。

**実験 1** **A**~**D** をそれぞれ含む溶液に単体のナトリウムを加えたところ、すべての溶液で気体が発生した。

**実験 2** **A**~**D** をそれぞれ含む溶液に酸化剤を加えて反応させたところ、**A**, **B**, **C** は酸化されてケトンを生成したが、**D** はほとんど反応しなかった。

**実験 3** **A**~**D** をそれぞれ含む溶液にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させたところ、**A** と **C** で特有な臭気を持つ黄色沈殿が生成した。

**実験 4** 端から 1 番目と 2 番目の炭素間に二重結合を持つ炭素数 5 の直鎖状アルケン (1-ペンテン) に水を付加させると **A** が生成した。このとき水素原子は、アルケンの二重結合を形成する炭素原子のうち水素原子の多い方に結合した。

**問 1** **実験 1** の結果から化合物 **A**~**D** に含まれることが明らかになった官能基の名称を答えなさい。

**問 2** **実験 3** で生成した黄色沈殿の化学式を書きなさい。

**問 3** 化合物 **A**~**D** のうち不斉炭素原子を持つものはどれか、すべて選び記号で答えなさい。

問4 化合物 **A**~**D** の構造式を例にならって書きなさい。ただし、鏡像異性体は考慮しなくてよい。

(例)

